

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-031530

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 10-198740

(71)Applicant : TOSHIBA ELECTRONIC ENGINEERING CORP  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.07.1998

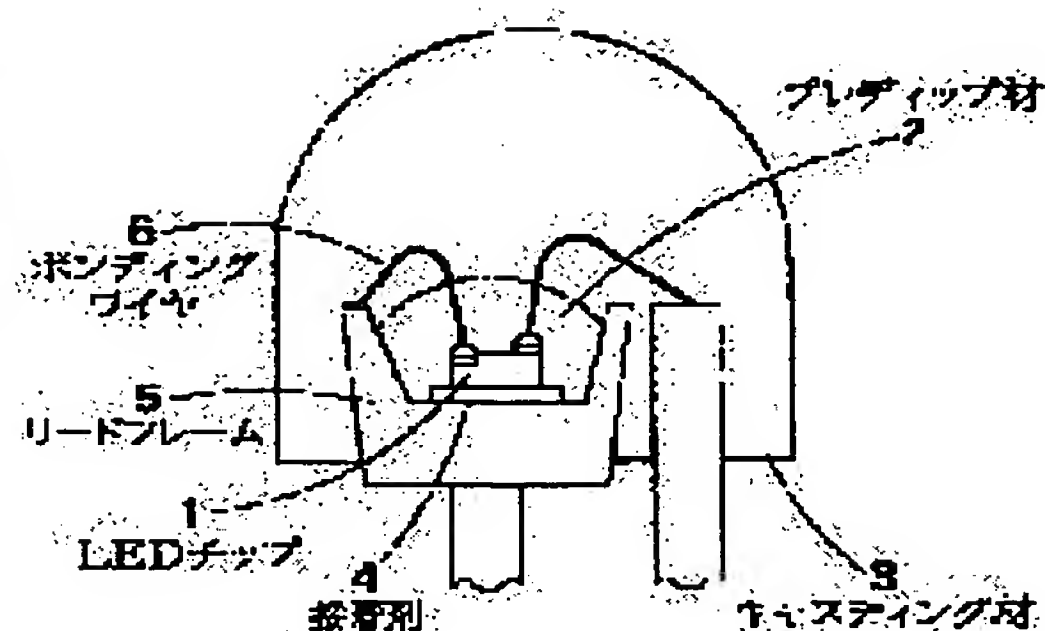
(72)Inventor : FURUKAWA CHISATO  
NITTA KOICHI  
SUDO NOBUYUKI  
TERAJIMA KENJI  
KAWAMOTO SATOSHI

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTER AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light emitter which is capable of light emission in desired color and is high in brightness in light emission.

SOLUTION: This semiconductor light emitter is equipped with an LED chip, predip material 2 which covers the periphery of the LED chip 1 inclusive of a phosphor, and casting material 3 which surrounds the periphery of the predip material 2. After formation of many LED chips 1 on a wafer, coating material where a phosphor is mixed is applied on a wafer by spin coating method or the like. Next, heat treatment is performed to harden the coating material and make the predip material 2, and then it is divided by chips, and they are mounted on a lead frame 5. This method dispenses with a process of forming the predip material 2 after mounting each LED chip 1 on the lead frame 5 since this forms the predip material 2 in wafer condition, and can simplify the manufacturing process of the semiconductor light emitter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.11.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



理由は、LEDチップやボンディングワイヤがキャスティング材に対して濡れ性がよくなるようにするためである。このように、ブレイブ材とキャスティング材を2重にキャスティング(casting：鑄造)する手法は、ダブルキャストと呼ばれる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ダブルキャストを採用すると、キャスティングが2回必要となるだけでなく、ブレイブ材とキャスティング材を硬化するのに必要な熱処理もそれぞれ別個に必要となる。例えば、2インチ基板から400μm角のチップを1万個以上切り出すことができるが、これら全チップに対してそれぞれ2回ずつキャスティングと熱処理を行わなければならないため、製造工程が複雑になり、製造コストも高くなってしまふ。

【0007】また、ブレイブ材に蛍光体を混入すると、熱処理の最中に蛍光体が沈殿するという問題がある。図12は、赤色(R)発光用、緑色(G)発光用、青色(B)発光用の3種類の蛍光体の粒子形状を模式的に示した図である。図示のように、通常は、各蛍光体の粒径はほぼ一定である。

【0008】図12に示す3種類の蛍光体を溶剤に混ぜて放置すると、図13のように各蛍光体は層状に分離する。これは、各蛍光体の比重がそれぞれ異なるためである。例えば、各蛍光体の比重が、赤色発光用>青色発光用>緑色発光用の順番であるすると、図13の最下層には赤色発光用の蛍光体101が、次に青色発光用の蛍光体102が、次に緑色発光用の蛍光体103が順に配置される。

【0009】したがって、ブレイブ材に3種類の蛍光体101～103を混ぜると、ブレイブ材の熱処理時に各蛍光体101～103が層状に分離してしまい、複数の蛍光体が均一に分布した場合の蛍光体配合比と異なった配合比になり、所望の発光色が得られなくなる。

【0010】ところで、活性層をクラッド層で挟み込んだダブルヘテロ構造のLEDは、活性層から放射された光をクラッド層を介して発光面に導くようにしている。ところが、従来のLEDでは、活性層から基板側に出射された光はほとんど無効になっていた。この理由は、LEDの発光波長は紫外域であるため、基板側に出射された紫外光は、サブアィア基板の上面のn-GaN層を通過する際にほとんど吸収されるためである。また、裏面で放射された光に対してもn-GaN層で吸収が起こり、結果的に、活性層で発生した光の半分近くは外部に取り出すことができなかった。

【0011】本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、その目的は、所望の色での発光が可能で、発光輝度の高い半導体発光装置を提供することにある。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る半導体発光装

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1の発明は、発光チップをリードフレーム上にマウントして、発光チップとリードフレームとをボンディングワイヤにより接続する半導体発光装置の製造方法において、半導体ウエハ上に複数の発光チップを形成する第1の工程と、前記半導体ウエハ上の前記複数の発光チップ上面に、少なくとも1種類の蛍光体を含むコート材を塗布する第2の工程と、熱処理を行って前記コート材を硬化させる第3の工程と、前記半導体ウエハをチップ分割した後に、個々の前記発光チップを前記リードフレーム上にマウントする第4の工程と、前記発光チップの周囲をレンズを兼ねた透明樹脂層で覆う第5の工程と、を備えたものである。

【0013】請求項3の発明は、リードフレーム上に固定されるボンディングワイヤによりリードフレームに接続される発光チップと、前記発光チップと前記ボンディングワイヤとの周囲を覆うコート材層と、前記コート材層の外側を覆う樹脂層と、を備えた半導体発光装置において、前記コート材層は、それぞれ異なる色で発光する複数の種類の蛍光体を含んでおり、これら蛍光体が前記コート材層内に均一に分布するように、前記複数の種類の蛍光体の比重に基づいて、各蛍光体の粒径比を調整する。

【0014】請求項5の発明は、紫外光を発光する活性層をクラッド層で挟み込んだダブルヘテロ構造の発光チップの基板面側を、接着剤によりリードフレーム上に固定した半導体発光装置において、前記接着剤は、少なくとも1種類の蛍光体を含む透明材料からなり、前記活性層から基板面側に出射された光を、前記蛍光体で可視光に変換して前記発光面側に反射させるようにしたものである。

【0015】請求項6の発明は、発光チップをリードフレーム上に固定して、発光チップとリードフレームとをボンディングワイヤにより接続した半導体発光装置において、前記発光チップの上面に、それぞれ異なる色成分を吸収する複数の種類の蛍光体を層状に形成したものである。

【0016】請求項9の発明は、発光チップをリードフレーム上に固定して、発光チップとリードフレームとをボンディングワイヤにより接続した半導体発光装置において、前記発光チップの本来の発光色と同じ色で発光するように、前記発光チップから放射された可視光以外の光成分を可視光に変換する蛍光体層を前記発光チップの上面に形成したことを特徴とする半導体発光装置。

【0017】上述した各発明において、例えば、一般式が(La<sub>1-x-y</sub>Eu<sub>x</sub>Sm<sub>y</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の蛍光体を用いられる。また、半導体発光装置は、例えば、Al<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>1-x-y</sub>N (0≤x≤1, 0≤y≤1)、およびAl<sub>x</sub>B<sub>y</sub>Ga<sub>1-x-y</sub>N (0≤x≤1, 0≤y≤1)の少なくとも一方を含む。

【0018】

置について、図面を参照しながら具体的に説明する。【0019】(第1の実施形態)図1は本発明に係る半導体発光装置の第1の実施形態の概略断面図である。図1の半導体発光装置は、InGaN活性層を有する中心波長が370nm付近の紫外LEDチップで発光された光を、それぞれ赤・緑・青の発光を行う3種類の蛍光体に導き、結果的に白色発光を得るものである。

【0020】図1の半導体発光装置は、InGaN活性層を有するダブルヘテロ構造のLEDチップ1と、LEDチップ1の周囲を覆うブレイブ材2と、ブレイブ材2の周囲を覆うキャスティング材3とを備える。ブレイブ材2は、例えば無機の溶剤を用いて形成される。

【0021】ブレイブ材2とキャスティング材3はともに透明の樹脂等で形成されるが、図1では、説明をわかりやすくするため、ブレイブ材2の外縁を点線で示している。

【0022】図2はLEDチップ1の断面構造を示す図である。図2のLEDチップ1は、サブアィア基板11上に、MOCVD法により、Ga<sub>0.2</sub>Nバッファ層12、n-GaN層13、n-AlGa<sub>0.2</sub>Nクラッド層14、InGa<sub>0.2</sub>Nコンタクト層17を順に形成した構造になっている。

【0023】p<sup>+</sup>-Ga<sub>0.2</sub>Nコンタクト層17の上面にはp側電極層18が形成され、その上面の一部にはp型ボンディングパッド19が形成される。n-AlGa<sub>0.2</sub>Nクラッド層14、InGa<sub>0.2</sub>N活性層15、p-AlGa<sub>0.2</sub>Nクラッド層16、p<sup>+</sup>-Ga<sub>0.2</sub>Nコンタクト層17の一部はエッチング除去され、露出されたn-GaN層13の上面にはn側ボンディングパッド20が形成される。また、LEDチップ1の上面はSi<sub>0.2</sub>からなる表面保護膜21で保護される。

【0024】次に、図1の半導体発光装置の製造工程を説明する。まず、ウエハ上に図2に示したLEDチップ1を多数形成する。例えば、1個のLEDチップ1のサイズが400μm程度であれば、2インチのウエハ上には、1万個以上のLEDチップ1を形成することができ

る。【0025】次に、それぞれ赤・緑・青の発光を行う3種類の蛍光体を混ぜたコート材をウエハ上に塗布する。コート材を塗布する方法として、例えばスピンコート法などが用いられる。コート材の厚さは、例えば1～500μm程度に設定される。

【0026】図3はスピンコート法の概略を説明する図である。図2に示したLEDチップ1が多数形成されたウエハ31を真空チャック32の上面に載置した状態でウエハ31を回転させる。このとき、遠心力でウエハ31が移動しないように、不図示のパキュームチェックで空気を吸い込んでウエハ31を真空チャック32の上面に吸い付けながら、ウエハ31を回転させる。

【0027】次に、回転するウエハ31の上方にノズル

33を配置して、ブレイブ材2の材料となる無機のコート材34をウエハ31上に滴下する。ウエハ31上に滴下されたコート材34は、ウエハ31の回転に応じてウエハ31全体に均一に広がる。すなわち、コート材34は、コート材34の粘度とウエハ31の回転数で決定される膜厚でウエハ31上に広がる。

【0028】次に、図4に示すように、熱処理炉35の中にウエハ31を収納して熱処理を行う。これにより、コート材34が硬化してブレイブ材2が形成される。

【0029】次に、ウエハ31をチップ単位で分割し、分割された各LEDチップ1を、図1に示すように接着剤4を用いてリードフレーム5上に固定する。接着剤4は、絶縁性のものが望ましい。

【0030】次に、LEDチップ1上のパッド19、20をリードフレーム5上にボンディングワイヤ6で接続する。次に、ブレイブ材2の周囲を、レンズを兼ねたキャスティング材3で覆った後、熱処理を行ってキャスティング材3を硬化させる。

【0031】このように、第1の実施形態では、LEDチップ1が形成されたウエハ31をチップ分割する前に、ウエハ31のチップ形成面全体に蛍光体を含むコート材34を塗布し、予めブレイブ材2を形成するようにしたため、各LEDチップ1をリードフレーム5にマウントした後にブレイブ材2を形成する工程が不要となり、半導体発光装置の製造工程を簡略化することができ

る。【0032】(第2の実施形態)第2の実施形態は、ブレイブ材2に混入する各蛍光体の粒径比を、各蛍光体の比重を考慮に入れて調整するものである。

【0033】第2の実施形態は、第1の実施形態と同様に、紫外光を発光するLEDチップ1から放射された光を、それぞれ赤・緑・青で発光する3種類の蛍光体で発光波長の変換を行い、結果として白色発光を得る。

【0034】以下、説明を簡略化するために、それぞれ赤・緑・青で発光する3種類の蛍光体の重量比(重%)が、赤：緑：青＝1：1：1のときに完全な白色が得られるものとする。

【0035】第2の実施形態では、各蛍光体の粒径比が、各蛍光体の比重の比の逆数になるようにする。例えば、各蛍光体の比重の比が、赤：緑：青＝6.4：3.8：4.2である場合には、各蛍光体の粒径比を(1/6.4)：(1/3.8)：(1/4.2)に定める。これにより、各蛍光体の比重を変えなくても、各蛍光体の単位体積当たりの重量が略等しくなり、各蛍光体を溶媒に混ぜたときに、各蛍光体が層状に分離せずに、均一に分布するようになる。

【0036】ただし、蛍光体の種類によっては、粒径を変更にくいものがあるため、粒径を変更しにくい蛍光体、例えば緑の蛍光体を基抑とし、基抑とした蛍光体以外の蛍光体の粒径を変更するのが望ましい。



8  
透明な接着剤4aを用い、かつ、接着剤4aの中に蛍光体10を混入したことである。

【0045】図7は半導体発光装置の第3の実施形態の断面構造を模式的に示した図である。図示のように、活性層15からサファイア基板11側に出射された紫外光は、透明の接着剤4aの内部に入射されて接着剤4a中の蛍光体10で可視光に変換され、発光面側に反射される。LEDチップ1を構成する各層は、可視光を自由に透過するため、蛍光体10により発光波長が変換された可視光は吸収されることがなく図7の上面(発光面)から出射される。

【0046】なお、接着剤4aは、360nm〜800nmの波長域において、少なくとも10%以上の透過率を有するのが望ましい。

【0047】従来は、サファイア基板11側に出射された紫外光は蛍光に全く寄与していなかったが、第3の実施形態では、発光面の反対側に出射された紫外光を可視光に変換して効率よく発光面側に反射させることができ、LEDチップ1自体の構造を変えずに輝度を高めることができる。

【0048】(第4の実施形態)第4の実施形態は、発光チップの上面に、それぞれ異なる色成分を吸収する複数種類の蛍光体を層状に形成するものである。

【0049】図8は半導体発光装置の第4の実施形態の断面構造を示す図である。図8の半導体発光装置は、発光チップ51から放射された光の発光波長を変換する波長変換層52を有する。発光チップ51は、例えば図2と同じ構造を有する。

【0050】波長変換層52は、図9に拡大して示すように、それぞれ異なる色成分を吸収する複数の蛍光体層10a、10b、10cを視感度の低い順に積層したものである。具体的には、発光チップ51に一番近い側に青色成分を吸収する蛍光体層10aを形成し、その上に、赤色成分を吸収する蛍光体層10bを形成し、その上面に、緑色成分を吸収する蛍光体層10cを形成する。

【0051】青色成分は、他の色成分よりも光強度が高くて散乱する可能性も高いため、青色成分を吸収する蛍光体層10aを発光チップ51に近接して配置して、青色成分の散乱を抑える。一方、緑色成分は、他の色成分よりも光強度が低くて散乱する可能性も少ないため、緑色成分を吸収する蛍光体10cは発光チップ51から最も離れた位置に形成する。

【0052】このように、第4の実施形態では、発光チップ51の発光面側に、それぞれ赤・緑・青の各色成分を吸収する3種類の蛍光体層を層状に形成するため、少量の蛍光体で高輝度の白色発光を得ることができる。

【0053】なお、図9の3種類の蛍光体は必ずしも必須ではなく、白色以外の発光色を得たい場合には、発光色に応じた種類の蛍光体を発光チップ51上に積層す

10  
ぜるようにしたため、発光チップ内の活性層から基板側に放射された光を、接着剤中の蛍光体で可視光に変換させて発光面側に反射させることができ、発光効率を向上できる。

【0061】また、発光チップの上面に、特定の色成分を吸収する蛍光体層を形成するため、発光チップの発光色とは異なる所望の色で発光可能な半導体発光装置を付与することができる。

【0062】また、発光チップから放射された光のうち、可視光成分以外の光成分を蛍光体を用いて可視光に変換するようにしたため、発光チップの本来の発光色で発光が可能になり、また、輝度を向上できる。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明に係る半導体発光装置の第1の実施形態の概略断面図。

【図2】LEDチップの断面構造を示す図。

【図3】スピニング法の概要を説明する図。

【図4】ウェハの熱処理を説明する図。

【図5】各蛍光体の粒径を模式的に示した図。

【図6】スピニング時の各蛍光体の分布状態を示す図。

【図7】本発明に係る半導体発光装置の第3の実施形態の断面構造を示す図。

【図8】本発明に係る半導体発光装置の第4の実施形態の断面構造を示す図。

【図9】図8中の波長変換層を拡大した図。

【図10】本発明に係る半導体発光装置の第5の実施形態の断面構造を示す図。

【図11】発光チップの発光特性を示す図。

【図12】3種類の蛍光体の粒子形状を模式的に示した図。

【図13】各蛍光体が層状に分離する状態を示す図。

【符号の説明】

- 1 LEDチップ
- 2 プレディップ材
- 3 キヤスタイング材
- 11 サファイア基板
- 12 GaNバンプア層
- 13 n-GaN層
- 14 n-AlGaInクラッド層
- 15 InGaIn活性層
- 16 p-AlGaInクラッド層
- 17 p<sup>+</sup>-GaNコンタクト層

